Variation saisonnière du profil en acides gras de la chair de trois espèces de Sparidés du golfe de Tunis

par

Imen BOUHLEL (1), Amira MNARI (1), Imed CHRAIEF (1), Mohamed HAMMAMI (1), Mhamed EL CAFSI (2) & Abdelhamid CHAOUCH (1)

RÉSUMÉ. - Nous nous sommes proposés dans ce travail d'étudier la variation saisonnière des acides gras de la chair du muscle blanc dorsal chez trois espèces de sparidés immatures du golfe de Tunis : le sparaillon commun, *Diplodus annularis*, le sar commun, *D. sargus*, et le sar à tête noire, *D. vulgaris*. Les résultats obtenus par chromatographie en phase gazeuse révèlent que les acides gras totaux exprimés en mg/g matière fraîche (MF) présentent les teneurs les plus élevées pendant l'hiver pour les trois espèces étudiées : 2,9 ± 0,2; 1,6 ± 0,3 et 2,5 ± 0 ,4 mg /g MF du muscle blanc dorsal respectivement chez *D. annularis*, *D. sargus* et *D. vulgaris*. L'étude des différentes familles d'acides gras exprimées en pourcentages des acides gras totaux (%AGT) montre que les acides gras saturés (AGS) et monoinsaturés (AGMI) présentent des teneurs maximales au printemps et en hiver chez l'espèce *D. sargus* respectivement égales à 65,7 ± 4,6% et 38 ± 8,7%. Pour la famille des acides gras polyinsaturés (AGPI) c'est l'espèce *Diplodus annularis* qui présente le maximum en été, égal à 49 ± 1%. L'étude détaillée des différents groupes d'acides gras saturés et monoinsaturés indique chez l'espèce *Diplodus sargus* des teneurs les plus élevées pour les deux acides palmitique (C16 : 0) et oleïque (C18 : 1) respectivement au printemps et en hiver égales à 43,6 ± 3 et 31,9 ± 6%. Par ailleurs, parmi les AGPI, l'acide docosahexaénoïque (C22 : 6) est le plus abondant chez les trois espèces étudiées avec des valeurs maximales observées en été chez les deux espèces *D. annularis* et *D. vulgaris*, égales à 22 ± 0,7% et 21,1 ± 1,9%. L'étude statistique de nos résultats montre des différences intersaisonnières significatives entre les différentes valeurs obtenues ($p < 0,05$).

ABSTRACT. - Seasonal variation of polyunsaturated fatty acids composition in three species of Sparidae from Gulf of Tunis.

Many studies demonstrated the beneficial effects of a diet rich in fish against cardiovascular disease and other pathologies. These effects are due to the abundance of fish flesh in (ω3) polyunsaturated fatty acids (ω3PUFA) particularly eicosapentaenoïc acid (EPA) C20: 5 and docosahexaenoïc acid (DHA) C22: 6. In the present work we studied the seasonal variations in lipid content and fatty acids of three immature species of Sparidae: the annular seabream *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), the white seabream *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) and the common two banded seabream *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) from the gulf of Tunis. Total lipids has been extracted by Folch *et al.* methods (1957) modified by Bligh and Dyer (1959), the methylation by Metcalfe *et al.* (1966) methods. The fatty acid analysis was realised by capillary gas chromatography. The average comparison was realized by analysis of variance (ANOVA) with SPSS10.0 (Statistical Package for the Social Science, version 10.0). The significance level was selected at $p < 0.05$. Our results demonstrated that the total fatty acids expressed in mg/g wet matter (WM) reveal significant variations ($p < 0.05$). The greatest value is observed in winter for the three species *Diplodus annularis, D. sargus* and *D. vulgaris,* respectively 2.9 ± 0.2; 1.6 ± 0.3 and 2.5 ± 0 .4 mg/g WM. This variation is statistically significant. The study of various groups of fatty acids expressed in percentage of total fatty acids (%TFA) shows that the saturated fatty acids (SFA) and monounsaturated fatty acids (MUFA) are highest in *D. sargus* flesh, respectively 65.7 ± 4.6% and 38 ± 8.7% in winter. The PUFA are abundant in *D. annularis* (49 ± 1%) in summer. This abundance is related in the important value of (ω3) PUFA in the same season (33.6 ± 0.3%) especially the DHA. The study of the ratio eicosapentaenoic acid EPA/DHA and (ω3) PUFA / (ω6) PUFA reveals that our samples are rich in PUFA (ω3) especially DHA. Our study shows that *D. sargus* samples are rich in SFA and MUFA. The (ω3) PUFA and (ω6) PUFA are concentrated in *D. annularis.*

Key words. - Sparidae - *Diplodus* - MED - Gulf of Tunis - Fatty acid composition- Seasonal variation - PUFA.

Les chercheurs ne cessent de mettre en évidence les effets bénéfiques sur la santé d'un régime riche en poissons. Ces effets sont dus essentiellement à la richesse en acides gras polyinsaturés de la famille ω3 (AGPI ω3) surtout les acides eicosapentaénoïque (C20 : 5) (EPA) et docosahexaénoïque (C22 : 6) (DHA). Ces deux acides gras peuvent réduire l'hypercholestérolémie (Stalenhoef *et al.*, 2000 ; Yokoyama *et al.*, 2003), la production hépatique des LDL, à effet athérogène, et augmenter le taux de HDL, à effet protecteur (Garcia-Arias *et al.*, 2003 ; Liu *et al.*, 2003 ; Wilkinson *et al.*, 2005). Les AGPI (ω3) préviennent aussi plusieurs types de cancer comme celui du colon (Dommels *et al.*, 2002 ; Roynette *et al.*, 2004), de la prostate (Colli et Colli, 2005), du sein (Bagga *et al.*, 2002), du poumon (Kimura, 2002) et du pancréas (Barber *et al.*, 2001). Par ailleurs, les bienfaits des acides gras de poissons concernent non seulement les maladies cardiovasculaires et les différents types de cancer, mais sont impliqués aussi dans d'autres domaines de

(1) Faculté de Médecine, Laboratoire de physiologie et Laboratoire de biochimie 5019 Monastir, TUNISIE. [ibouhlel@yahoo.fr]
(2) Faculté des Sciences de Tunis, Département de biologie, Campus universitaire, 1060 Tunis, TUNISIE.

Cybium 2007, 31(2): 181-187.

la santé : les activités cognitives (Reisbick *et al.*, 1997), le développement prénatal (Connor, 2000) et les maladies inflammatoires et immunitaires (Kremer, 2000 ; Volker *et al.*, 2000).

Par ailleurs l'étude de l'effet saisonnier sur la composition en acides gras particulièrement les AGPI (ω3) chez les espèces étudiées oriente le consommateur vers l'utilisation de chaque espèce de sparidés au moment où le profil en acides gras est le plus favorable. Plusieurs études se sont intéressées aussi à l'étude de la variation des taux d'acides gras de poissons en fonction de la saison de capture (Soriguer *et al.*, 1997 ; Shirai *et al.*, 2002 ; Rasoarahona *et al.*, 2005).

Il nous a semblé utile de déterminer pour le consommateur tunisien, les variations saisonnières de la composition en acides gras du muscle blanc dorsal chez trois espèces de sparidés immatures, *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), *D. sargus* (Linnaeus, 1758) et *D. vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) du golfe de Tunis, afin de favoriser l'apport en acides gras, particulièrement les AGPI (ω3). Ces trois espèces de poissons sont très appréciées par le consommateur tunisien malgré leur petite taille.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé, dans notre étude, 38 individus de *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), 28 individus de *D. sargus* (Linnaeus, 1758) et 38 individus de *D. vulgaris* (Geoffroy Saint- Hilaire, 1817) immatures afin d'éviter les interactions hormonales (poids = 23,66 ± 0,21 g et taille = 10,41 ± 0,23 cm), collectés sur les côtes du golfe de Tunis pendant les quatre saisons de l'année (les températures et salinités extrêmes observées en hiver et en été égales respectivement à 14-23,7°C et 36,5-37,7‰). Les poissons frais collectés sont ramenés au laboratoire dans de la carboglace. Le muscle blanc dorsal, limité par la ligne latérale et les deux épines extrêmes de la nageoire dorsale, est instantanément prélevé puis conservé à -80°C jusqu'à extraction. Nous avons utilisé, pour l'extraction des lipides totaux, la méthode de Folch *et al.* (1957) modifiée par Bligh et Dyer (1959) et pour la méthylation celle de Metcalfe *et al.* (1966) pour laquelle nous avons utilisé le trifluorure de Bore (BF3). Pour déterminer le pourcentage des différents acides gras, nous avons mis dans nos échantillons un étalon interne, l'ester de l'acide nonadécanoïque (C19 : 0). L'analyse des différents acides gras a été réalisée à l'aide d'un chromatographe à gaz de type HP 5890 muni d'un détecteur à ionisation de flamme et d'une colonne capillaire polaire de 50 m de long et 0,32 mm de diamètre, le gaz vecteur utilisé étant l'azote à une pression de 0,552 bars. La chromatographie est développée en programmation de température de 180 à 250°C. Le chromatographe est associé à un logiciel permettant l'intégration de la surface des pics des différents acides gras et leurs pourcentages par rapport aux acides gras totaux.

L'étude statistique a été réalisée par la méthode de comparaison des variances (ANOVA) avec le logiciel SPSS10.0. La différence entre deux moyennes est considérée comme significative pour toute valeur du seuil de signification $p < 0,05$.

RÉSULTATS

Nos résultats (Tab. I, II et III) montrent que les lipides totaux (LT) exprimés en mg/g MF subissent l'effet des saisons. Le maximum (24,8 ± 1,5 mg/g MF) est observé en hiver chez l'espèce *Diplodus vulgaris*. Seule, l'espèce *D. annularis* présente des variations statistiquement significatives. Les AGT exprimés en mg/g MF révèlent aussi une variation saisonnière significative. La valeur maximale est observée en hiver pour les trois espèces de sparidés étudiées. C'est cependant *D. annularis* qui présente la teneur maximale (2,93 ± 0,21 mg/g MF).

L'étude des différentes familles d'acides gras exprimés en pourcentage des AGT montre que les AGS varient avec les saisons. *Diplodus sargus* révèle une valeur printanière maximale égale à 65,72 ± 4,26%. Les AGMI subissent aussi l'effet des saisons. Le maximum est observé en hiver chez les trois espèces de sparidés avec une concentration maximale chez *D. sargus*, égale à 38,07 ± 8,73%. La famille des AGPI subit aussi l'effet des saisons. L'espèce *D. annularis* révèle la teneur maximale en été égale à 49 ± 1%. L'étude détaillée des différentes familles d'acides gras montre que parmi les AGS, l'acide palmitique (C16 : 0) est le plus fréquent chez les trois espèces étudiées. Le maximum est observé au printemps chez *Diplodus sargus* et *D. vulgaris* (respectivement 43,68 ± 3,06 et 20,05±1,55%) et, en automne, chez *D. annularis* (18,44 ± 0,48%). Parmi les AGMI, c'est l'acide oléique C18 : 1 qui se trouve à des concentrations les plus élevées en hiver chez les trois espèces étudiées. La proportion maximale est observée chez *D. sargus* (31,96 ± 6,06%). L'étude statistique indique des différences significatives pour toutes ces données.

Les AGPI (ω3) varient en fonction des saisons. Le maximum est observé en été chez *Diplodus annularis* et *D. vulgaris* égal, respectivement, à 33,64 ± 0,33 et 31,02 ± 1,91%, alors que la valeur maximale chez l'espèce *D. sargus* est observée plutôt en hiver (31,96 ± 6,06%). L'étude statistique montre des différences significatives, exceptées pour l'espèce *D. vulgaris*. L'acide docosahexaénoïque (C22 : 6) est majoritaire parmi les AGPI (ω3). Les valeurs maximales sont observées en été chez *D. annularis* et *D. vulgaris*, égales respectivement, à 22,04 ± 0,77 et 21,18 ± 1,96%. L'étude statistique révèle des différences significatives. Nos résultats révèlent en outre que l'acide α-linolénique (C18 : 3) précurseur des AGPI (ω3) varie aussi en fonction des saisons et se présente

Tableau I. - Composition en acides gras (% des AGT) du muscle dorsal blanc de *Diplodus annularis*. ns = non significative (p > 0,05) ; ** = p < 0,01 ; * = p < 0,05. AGS : Acides gras saturés ; AGMI : Acides gras monoinsaturés ; AGPI : Acides gras polyinsaturés ; EPA : Acide eicosapentaénoïque ; DHA : Acide docosahexaénoïque ; AGT : Acides gras totaux ; LT : Lipides totaux ; MF : Matière fraîche. *[Fatty acids composition (% of TFA) of* D. annularis *dorsal white muscle. AGS: Saturated fatty acids; AGMI: Monounsaturated fatty acid; AGPI: Polyun - saturated fatty acids; EPA: Eicosapentaenoïc acid; DHA : Docosahexaenoïc acid; AGT: Total fatty acids; LT: Total lipids; MF: Wet Matter.]*

	Automne (n = 09)	Hiver (n = 10)	Printemps (n = 09)	Eté (n = 10)	Signification
C10 : 0	0,09 ± 0,02	0,2 ± 0,09	0,1 ± 0,03	0,09 ± 0 ,01	ns
C12 : 0	1,81 ± 0,36	2,30 ± 0,54	4,13 ± 0,60	6,04 ± 2,16	**
C14 : 0	2,08 ± 0,1	1,99 ± 0,15	2,54 ± 0,28	1,67 ± 0,21	*
C16 : 0	18,44 ± 0,48	17,94 ± 0,40	15,51 ± 0,77	15,51 ± 0,56	**
C17 : 0	1,40 ± 0,06	1,04 ± 0,09	1,30 ± 0,08	0,92 ± 0,07	**
C18 : 0	6,32 ± 0,15	6,07 ± 0,20	6,14 ± 0,48	5,47 ± 0,36	ns
C20 : 0	0,91 ± 0,07	0,56 ± 0,12	0,80 ± 0,11	0,83 ± 0,09	ns
C22 : 0	1,30 ± 0,20	0,57 ± 0,07	1,13 ± 0,22	1,77 ± 0,19	**
C24 : 0	4,74 ± 0,19	2,51 ± 0,09	2,96 ± 0,32	2,98 ± 0,12	**
Σ AGS	37,09 ± 0,51	33,18 ± 0,32	34,61 ± 0,21	35,28 ± 0,46	**
C14 : 1	1,83 ± 0,23	1,07 ± 0,12	1,67 ± 0,16	1,21 ± 0,09	**
C16 : 1	3,79 ± 0,57	4,62 ± 0,34	3,28 ± 0,48	2,54 ± 0,32	*
C18 : 1	14,19 ± 0,47	15,55 ± 1,43	14,12 ± 3,63	9,53 ± 0,54	**
C20 : 1	0,88 ± 0,11	0,53 ± 0,16	0,83 ± 0,10	1,04 ± 0,23	ns
C22 :1	1,09 ± 0,13	0,41 ± 0,06	0,97 ± 0,17	1,12 ± 0,18	**
C24 :1	2,72 ± 0,32	3,10 ± 0,78	0,17 ± 0,06	0,28 ± 0,10	**
Σ AGMI	24,5 ± 0,09	25,28 ± 0,14	21,04 ± 0,11	15,72 ± 0,18	**
C18 : 3 ω3	0,83 ± 0,1	0,66 ± 0,06	0,86 ± 0,10	1,01 ± 0,22	ns
C20 : 5 ω3	7,53 ± 0,28	6,68 ± 0,42	7,14 ± 0,53	6,43 ± 0,41	**
C22 : 5 ω3	3,36 ± 0,24	3,23 ± 0,29	4,71 ± 0,57	4,16 ± 0,54	ns
C22 :6 ω3	14,79 ± 0,21	19,77 ± 1,64	18,57 ± 1,50	22,04 ± 0,77	**
Σ AGPI (ω3)	26,51 ± 0,22	30,34 ± 0,25	31,28 ± 0,17	33,64 ± 0,33	**
C18 : 2 ω6	2,13 ± 0,29	1,22 ± 0,06	1,51 ± 0,08	1,41 ± 0,15	**
C20 : 2 ω6	1,11 ± 0,22	1,47 ± 0,40	1,05 ± 0,24	0,61 ± 0,08	ns
C20 : 3 ω6	1,02 ± 0,18	0,50 ± 0,06	0,77 ± 0,09	0,61 ± 0,08	**
C20 : 4 ω6	5,14 ± 0,22	6,00 ± 0,32	6,76 ± 0,81	9,07 ± 0,68	**
C22 : 4 ω6	2,50 ± 0,3	2,01 ± 0,19	2,98 ± 0,32	3,66 ± 0,34	**
Σ AGPI (ω6)	11,9 ± 0,13	11,2 ± 0,11	13,07 ± 0,08	15,36 ± 0,2	**
Σ AGPI	38,41 ± 0,51	41,54 ± 0,34	44,35 ± 0,41	49,00 ± 1,00	**
AGPI (w3)/AGPI(ω6)	2,20 ± 0,25	2,68 ± 0,3	2,35 ± 0,18	2,18 ± 0,21	**
EPA/DHA	0,48 ± 0,15	0,33 ± 0,06	0,36 ± 0,09	0,27 ± 0,05	**
AGT (mg/g MF)	0,49 ± 0,5	2,93 ± 0,21	1,55 ± 0,24	0,77 ± 0,06	**
LT (mg/g MF)	14,7 ± 0,0 5	10,7 ± 0,1	11,4 ± 0,04	0,48 ± 0,04	**
Σ AGPI (ω3) mg/100 g de poisson	26,51 ± 0,22	30,34 ± 0,25	31,28 ± 0,17	33,64 ± 0,33	**

sous forme de traces. Ceci expliquerait que les AGPI (ω3) acides gras à chaînes longues proviendraient principalement de la chaîne trophique dont la richesse en algues et en plancton marin varie en fonction des saisons.

Les AGPI (ω6) subissent aussi l'effet des saisons. Le maximum est observé en été chez *Diplodus annularis* (15,36 ± 0,2%). L'étude statistique montre des différences significatives seulement pour les deux espèces *D. annularis* et *D. sargus*. L'acide arachidonique (C20 : 4) est le plus fréquent parmi les AGPI (ω6). C'est toujours l'espèce *D. annularis* qui présente la proportion la plus élevée (9,07 ± 0,68%). L'étude du rapport AGPI (ω3)/AGPI (ω6) révèle des variations intersaisonnières significatives. Nos résultats montrent des valeurs supérieures à l'unité chez les trois espèces étudiées exceptées pour celles qui sont obtenues en hiver et en été chez *D. sargus*. La valeur maximale du rapport est observée en hiver chez *D. annularis* (2,68 ± 0,3). L'étude des valeurs du rapport EPA/DHA montre une valeur du rapport toujours inférieure à l'unité. Le minimum est observé en hiver chez *D. sargus* (0,02 ± 0,004).

Tableau II. - Composition en acides gras (% des AGT) du muscle dorsal blanc de *Diplodus sargus*. ns = non significative (p > 0,05) ; ** = p < 0,01 ; * = p < 0,05. *[Fatty acids composition (% of TFA) of* D. sargus *dorsal white muscle.]*

	Automne (n = 08)	Hiver (n = 05)	Printemps (n = 09)	Eté (n = 06)	Signification
C10 : 0	0,10 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,02	0,02 ± 0,01	**
C12 : 0	1,79 ± 0,058	1,60 ± 0,80	8,79 ± 1,69	5,78 ± 1,55	**
C14 : 0	2,17 ± 0,19	1,49 ± 0,64	4,81 ± 0,69	1,99 ± 0,25	**
C16 : 0	26,1 ± 1,27	27,11 ± 2,31	43,68 ± 3,06	30,95 ± 1,20	**
C17 : 0	0,72 ± 0,07	0,91 ± 0,10	1,59 ± 0,62	1,80 ± 0,12	**
C18 : 0	7,90 ± 0,25	8,17 ± 0,85	5,41 ± 1,12	10,38 ± 0,40	**
C20 : 0	0,80 ± 0,15	0,20 ± 0,11	0,18 ± 0,03	0,18 ± 0,08	**
C22 : 0	1,66 ± 0,37	1,50 ± 0,56	0,39 ± 0,09	0,64 ± 0,28	**
C24 : 0	1,65 ± 0,33	1,21 ± 0,33	0,80 ± 0,24	0,89 ± 0,26	**
Σ AGS	42,89 ± 4,60	42,22 ± 3,04	65,72 ± 4,26	52,63 ± 3,59	**
C14 : 1	1,40 ± 0,08	1,43 ± 0,19	0,93 ± 0,15	1,05 ± 0,12	ns
C16 : 1	4,60 ± 0,54	4,33 ± 1,14	7,35 ± 1,42	4,43 ± 0,17	**
C18 : 1	21,80 ± 1,87	31,96 ± 6,06	13,63 ± 3,29	25,05 ± 2,35	**
C20 : 1	0,31 ± 0,06	0,21 ± 0.13	0,36 ± 0,11	1,07 ± 0.41	**
C22 : 1	0,30 ± 0,07	0,14 ± 0,01	0,11 ± 0,05	0,16 ± 0,11	ns
C24 : 1	2,2 ± 0,53	traces	traces	traces	**
Σ AGMI	30,61 ± 1,56	38,07 ± 8,73	22,38 ± 4,06	31,76 ± 2,55	**
C18 : 3 ω3	2,1 ± 0,46	0,14 ± 0,06	1,2 ± 0,32	0,90 ± 0,18	**
C20 : 5 ω 3	0,42 ± 0,07	0,19 ± 0,15	0,15 ± 0,05	0,2 ± 0,11	**
C22 : 5 ω 3	1,50 ± 0,16	0,79 ± 0,25	0,50 ± 0,11	0,85 ± 0,3	**
C22 : 6 ω 3	9,59 ± 1,75	8,65 ± 2,07	5,1 ± 1,65	4,72 ± 0,94	**
ΣAGPI (ω 3)	13,61 ± 2,25	9,77 ± 2,59	6,95 ± 2,78	6,67 ± 2,81	**
C18 : 2 ω 6	3,2 ± 0,48	1,14 ± 0,31	2,3 ± 0,33	4,40 ± 2,04	**
C20 : 2 ω 6	0,81 ± 0,18	0,08 ± 0,05	0,12 ± 0,03	1,21 ± 0,75	**
C20 : 3 ω 6	0,96 ± 0,12	0,22 ± 0,16	0,21 ± 0,03	0,19 ± 0,06	**
C20 : 4 ω 6	6,06 ± 0,99	6,57 ± 0,31	1,9 ± 0,53	2,50 ± 0,45	**
C22 : 4 ω 6	1,86 ± 0,37	1,93 ± 0,56	0,42 ± 0,09	0,64 ± 0,28	**
ΣAGPI (ω 6)	12,89 ± 1,56	9,94 ± 3,21	4,95 ± 0,58	8,94 ± 2,17	**
ΣAGPI	26,5 ± 0,81	19,71 ± 1,23	11,9 ± 0,08	5,61 ± 0,21	**
AGPI (ω3)/AGPI (ω 6)	1,05 ± 0,07	0,97 ± 0,04	1,38 ± 0,08	0,73 ± 0,09	**
EPA/DHA	0,04 ± 0,01	0,02 ± 0,004	0,03 ± 0,002	0,04 ± 0,008	*
AGT (mg/g MF)	0,46 ± 0,07	1,68 ± 0,31	1,52 ± 0,31	1,08 ± 0,24	**
LT (mg/g MF)	11,27 ± 0,06	11 ± 0,3	11,3 ± 0,04	11 ± 0,1	ns
ΣAGPI (ω 3) mg/100 g de poisson	6,26 ± 1,01	16,41 ± 3,21	10,56 ± 1,34	7,20 ± 2,93	**

DISCUSSION

Nos résultats montrent des variations interespèces et intersaisonnières de la composition en acides gras du muscle blanc dorsal chez les trois espèces de sparidés immatures : *Diplodus annularis*, *D. sargus* et *D. vulgaris* des côtes du golfe de Tunis. Pour la famille des AGS, la valeur minimale est observée en hiver chez l'espèce *D. sargus* (42,2 ± 3%). Une valeur similaire a été mise en évidence par Clavijo *et al.* (1999) et Njinkoue *et al.* (2002) respectivement chez *D. hol - brooki* (43,05%) et *Sardinelle aurita* (43,6 ± 0,5%). L'abondance relative des AGS s'expliquerait par leur origine endogène. Ils sont peu influencés par la nature d'acides gras disponibles dans l'alimentation du poisson (Sargent *et al.*, 1993).

Les AGMI présentent des teneurs moins importantes avec une minimale en été égale à 15,7 ± 0,2% chez *Diplodus annularis* et une maximale en hiver égale à 38,1 ± 8,7% chez *D. sargus*. Ces résultats sont conformes à ceux qui ont été trouvés respectivement par Özogul et Özogul (2007) chez *Trachurus mediterraneous* (13,2 %) et par Tanakol *et al.* (1999) chez *Saltator young* (35,9%). Le plus abondant parmi

Tableau III . - Composition en acides gras (% des AGT) du muscle dorsal blanc de *Diplodus vulgaris*. ns = non significative (p > 0,05) ; ** = p < 0,01 ; * = p < 0,05. *[Fatty acids composition (% of TFA) of* D. vulgaris *dorsal white muscle.]*

	Automne (n = 10)	Hiver (n = 09)	Printemps (n = 10)	Eté (n = 09)	Signification
C10 : 0	0,13 ± 0,03	0,23 ± 0,05	0,17 ± 0,04	0,36 ± 0,02	**
C12 : 0	2,69 ± 0,40	5,3 ± 1,18	5,64 ± 0,92	5,00 ± 0,72	**
C14 : 0	1,99 ± 0,10	1,02 ± 0,30	1,74 ± 0,39	1,75 ± 0,31	ns
C16 : 0	18,84 ± 0,31	18,5 ± 0,64	20,05 ± 1,55	17,64 ± 2,30	**
C17 : 0	1,98 ± 0,09	1,40 ± 0,14	1,85 ± 0,22	1,65 ± 0,18	**
C18 : 0	7,66 ± 0,19	7,01 ± 0,29	8,07 ± 0,53	6,61 ± 0,16	**
C20 : 0	0,37 ± 0,04	0,20 ± 0,03	0,38 ± 0,16	0,32 ± 0,05	**
C22 : 0	0,59 ± 0,06	4,28 ± 4,54	2,01 ± 0,55	3,90 ± 1,13	**
C24 : 0	2,14 ± 0,13	2,10 ± 0,25	2,35 ± 0,11	2,04 ± 0,14	ns
Σ AGS	36,39 ± 0,34	40,04 ± 2,50	42,26 ± 1,80	39,27 ± 1,43	**
C14 : 1	1,44 ± 0,08	1,10 ± 0,49	0,99 ± 0,34	1,10 ± 0,14	ns
C16 : 1	3,49 ± 0,08	2,82 ± 0,26	2,88 ± 0,28	3,14 ± 0,5	ns
C18 : 1	15,40 ± 0,81	15,97 ± 2,86	12,05 ± 1,55	12,85 ± 1,25	**
C20 : 1	0,40 ± 0,06	0,96 ± 0,23	0,59 ± 0,14	0,82 ± 0,18	**
C22 : 1	0,37 ± 0,05	0,54 ± 0,01	traces	traces	**
C24 : 1	2,48 ± 0,23	3,95 ± 0,75	traces	traces	**
Σ AGMI	23,58 ± 0,69	25,34 ± 4,16	16,51 ± 1,66	17,96 ± 1,62	**
C18 : 3 ω3	0,58 ± 0,06	0,52 ± 0,07	0,49 ± 0,06	0,34 ± 0,06	ns
C20 : 5 ω3	10,18 ± 0,30	7,67 ± 0,96	8,01 ± 0,82	7,52 ± 0,68	**
C22 : 5 ω3	2,02 ± 0,20	1,63 ± 0,26	2,33 ± 0,27	1,98 ± 0,26	ns
C22 : 6 ω3	13,91 ± 0,56	13,87 ± 2,41	17,55 ± 2,18	21,18 ± 1,96	*
Σ AGPI (ω3)	26,69 ± 1,44	23,69 ± 3,46	28,38 ± 2,98	31,02 ± 1,91	ns
C18 : 2 ω6	1,35 ± 0,13	2,23 ± 0,68	1,20 ± 0,09	0,98 ± 0,06	ns
C20 : 2 ω6	1,79 ± 0,15	0,53 ± 0,07	0,76 ± 0,27	0,51 ± 0,06	**
C20 : 3 ω6	0,60 ± 0,04	0,35 ± 0,25	1,03 ± 0,34	0,09 ± 0,001	**
C20 : 4 ω6	7,24 ± 0,56	6,30 ± 0,96	8,03 ± 0,37	7,80 ± 0,82	**
C22 : 4 ω6	2,36 ± 0,22	1,52 ± 0,38	1,83 ± 0,28	2,42 ± 0,53	ns
Σ AGPI (ω6)	13,34 ± 0,90	10,93 ± 0,99	12,85 ± 0,18	11,75 ± 0,96	ns
Σ AGPI	40,03 ± 1,63	34,62 ± 2,18	41,23 ± 3,45	42,72 ± 2,48	**
AGPI (w3)/AGPI (ω6)	1,97 ± 0,11	2,16 ± 0,28	2,21 ± 0,21	2,62 ± 0,32	**
EPA/DHA	0,72 ± 0,12	0,51 ± 0,07	0,46 ± 0,06	0,33 ± 0,04	**
AGT (mg/g MF)	0,32 ± 0,04	2,58 ± 0,44	1,02 ± 0,17	1,04 ± 0,12	**
LT (mg/g MF)	13,6 ± 0,1	24,8 ± 1,5	10,3 ± 0,02	10,3 ± 0,2	ns
Σ AGPI (ω3) mg/100 g de poisson	8,54 ± 0,42	61,12 ± 8,35	28,94 ± 1,89	32,26 ± 1,94	ns

les AGMI est l'acide oléïque (C18 : 1) qui présente une teneur maximale hivernale égale à 32 ± 6% chez *D. sargus*, alors que d'autres travaux réalisés par d'autres auteurs ont signalé chez *Oncorhynchus mykiss* une teneur en C18 : 1 égale à 22,1 ± 0,89 % (Haliloglu *et al.*, 2004).

Les AGPI présentent une teneur maximale en été chez *Diplodus annularis* (49 ± 1%). Nos résultats sont semblables à ceux trouvés pendant la même saison par Clavijo *et al.* (1999) chez une autre espèce de sparidés immature, *D. holbrooki* (51,72%) et par Okland *et al.* (2005) chez *Centroscyllium coelolepis* (48,01 ± 0,01%). Alors que d'autres travaux réalisés par Soriguer *et al.* (1997) ont signalé, chez *D. sargus* des côtes de l'Espagne, une teneur maximale en AGPI observée au printemps égale à 44,69%.

Les teneurs élevées en AGPI semblent dues essentiellement à l'abondance des AGPI (ω3) dont les valeurs varient en fonction des saisons et dont la valeur la plus élevée est observée en été chez *Diplodus annularis* (33,64 ± 0,33%). Nos résultats sont identiques à ceux trouvés par Tanakol *et al.* (1999) chez *Scomber scombrus* (33,3 ± 4,7%). L'acide docosahexaénoïque (C22 : 6) est le plus abondant parmi les AGPI (ω3) et varie en fonction des saisons avec une valeur maximale en été chez *D. annularis* (22 ± 0,8%). En outre, Özogul et Özogul (2007) ont signalé une valeur semblable à

celle qui a été trouvée dans notre étude (21,9 ± 0,18%) chez *Pagellus erythrinus*. D'après Sargent *et al.* (1993), l'abondance en DHA s'expliquerait par son rôle essentiel dans la synthèse des phospholipides membranaires. Ils joueraient aussi un rôle important dans l'adaptation des poissons à la variation de la température dans le milieu marin.

Les variations saisonnières en acides gras observées confirment les résultats obtenus par d'autres chercheurs qui ont pu montrer que la composition en acides gras peut être influencée par les habitudes alimentaires (Stephan *et al.*,1996 ; Leaver *et al.*, 2006 ; Tocher *et al.*, 2006) ainsi que l'âge (Kiessling *et al.*, 2005) et le sexe (Gökçe *et al.*, 2004). Il est à signaler que les lipides des animaux marins diffèrent de ceux des animaux terrestres par leur richesse en acides gras à très longues chaînes provenant de la chaîne trophique riche en algues et en plancton (Muje *et al.*, 1989 ; Soriguer *et al.*, 1997).

Les résultats exprimés sous forme de rapports présentent aussi des variations en fonction de l'espèce et de la saison. Le rapport AGPI (ω3)/AGPI (ω6) est toujours supérieur à l'unité exceptées chez *Diplodus sargus* pendant l'hiver et l'été. La valeur maximale chez l'espèce *D. annularis* est observée pendant l'hiver (2,68 ± 0,3). Ceci expliquerait une tendance à l'accumulation des AGPI (ω3) et/ou une utilisation des AGPI (ω6) dont l'importance varie en fonction des saisons chez les trois espèces de sparidés étudiées. Une valeur du même rapport égale à 2 a été signalée par Belling *et al.* (1997) chez *Lutjanus sebae* et *Choerodon albigera*.

L'étude du rapport EPA/DHA révèle des valeurs toujours inférieures à l'unité dont la minimale est observée chez *Diplodus sargus* pendant l'hiver (0,02 ± 0,001) et la maximale chez *D. vulgaris* en automne (0,72 ± 0,12) ; ces teneurs pourraient être le résultat d'une accumulation du DHA ou d'une utilisation de l'EPA ou bien les deux simultanément. Les rapports AGPI (ω3)/AGPI (ω6) et EPA/DHA pourraient confirmer la richesse des trois espèces de sparidés en AGPI (ω3) et en DHA. Ceci pourrait s'expliquer par une augmentation de l'activité enzymatique particulièrement l'élongase et la D4 désaturases (Sargent *et al.*, 1993).

Dans le but de recommander la consommation de chaque espèce de sparidés au moment où le profil en acides gras est le plus favorable pour la santé humaine, nos résultats ont permis de mettre en évidence une meilleure richesse en AGPI (ω3) en automne et en été respectivement chez les deux espèces *Diplodus annularis* et *D. sargus* immatures du golfe de Tunis.

Remerciements. - Ce travail a été soutenu par l'unité de recherche UR 08/39 "Biochimie et altérations métaboliques" à la Faculté de médecine de Monastir (Tunisie). Nos remerciements s'adressent à l'ensemble du personnel technique des deux laboratoires de Physiologie et de Biochimie de la Faculté de médecine de Monastir pour leur contribution dans la réalisation de cette étude.

RÉFÉRENCES

BAGGA D., ANDERS K.H., WANG H.J. & J.A. GLASPY, 2002. - Long-chain n-3-to-n-6 polyunsaturated fatty acid ratios in breast adipose tissue from women with and without breast cancer. *Nutr. Cancer*, 42: 180-185.

BARBER M.D., FEARON K.C., TISDALE M.J., Mc MILLAN D.C. & J.A. ROSS, 2001. - Effect of fish oil-enriched nutritional supplement on metabolic mediator in patient with pancreatic cancer cachexia. *Nutr. Cancer*, 40: 118-124.

BELLING G.B., ABBEY M., CAMPBELL J.H. & G.R. CAMPBELL, 1997. - Lipid content and fatty acid composition of 11 species of Queensland (Australia) fish. *Lipids*, 32(6): 621-625.

BLIGH E.G. & W.J. DYER, 1959. - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol*., 37: 911-917.

CLAVIJO I.E., DUNN C.S. & P.J. SEATON, 1999. - Preliminary study of lipid content and fatty acid composition in the spottail pinfish *Diplodus holbrooki*. *Copeia*, 1999(3): 766-771.

COLLI J.L. & A.A. COLLI, 2005. - Comparisons of prostate cancer mortality rates with dietary practices in the United States. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigation*, 23: 390-398.

CONNOR W.E., 2000. - Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr*., 71: 171S-175S.

DOMMELS Y.E.M., ALINK G.M., BLADEREN P.J.V. & B.V. OMMEN, 2002. - Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and colorectal carcinogenesis: results from cultured colon cells, animal models and human studies. *Environ. Toxicol. Pharmacol*., 12: 233-244.

FOLCH J., LEES M. & G.H. SLOANE-STANLEY, 1957. - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol.Chem*., 226: 497-509.

GARCÍA-ARIAS M.T., VAQUERO M.P., GARCÍA-LINARES M.C., GARCÍA-FERNÁNDEZ M.C. & F.J. SÁNCHEZ-MUNIZ, 2003. - Lipoprotein profile in elderly persons from northwestern Spain consuming the Atlantic diet, a variant of the Mediterranean diet. *Nutr. Res*., 23: 1607-1618.

GÖKÇE M.A., TAŠBOZAN O., ÇELIK M. & S. TBAKOGLU, 2004. - Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chem*., 88: 419-423.

HALILOGLU H.I., BAYIR A, SIRKECIOGLU N., ARAS N.M. & M. ATAMANALP, 2004. - Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food Chem*., 86(1): 55-59.

KIESSLING A., PICHOVA J., EALES J.G., DOSANJH B. & D. BELL, 2005. - Age, ration level, and exercise affect the fatty acid profile of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) muscle differently. *Aquaculture*, 243: 345-356.

KIMURA Y., 2002. - Carp oil or oleic acid, but not linoleic acid or linolenic acid, inhibits tumor growth and metastasis in Lewis lung carcinoma-bearing mice. *J. Nutr*., 132: 2069-2075.

KREMER J.M., 2000. - n-3 fatty acid supplementation rheumatoid arthritis. *Am. J. Clin. Nutr*, 71(1 suppl): 349S-351S.

LEAVER M.J., TOCHER D.R., OBACH A., JENSEN L., HENDERSON R.J., PORTER A.R. & G. KREY, 2006. - Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on lipid composition, metabolism and gene expression in Atlantic salmon (*Salmo salar*) tissues. *Comp. Biochem. Physiol*., A, 145: 258-267.

LIU M., AGNETA WALLMON A., WALLIN R. & T. SALDEEN, 2003. - Effects of stable fish oil and impastation on plasma lipoproteins in patients with hyperlipidemia. *Nutr. Res.*, 23: 1027-1034.

METCALFE L.D., SCHMITZ A.A. & J.R. PELKA, 1966. - Rapid preparation of fatty acids esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Ann. Chem.*, 38: 524-535.

MUJE P., AGREN J.J., LINDQVIST A.V. & O. HANNINEN, 1989. - Fatty acid composition of vendace (*Coregonus albula*, L.) muscle and its plankton feed. *Comp. Biochem. Physiol.* B, 92: 75-79.

NJINKOUE J.M., BARNATHAN G., MIRALLES J., GAYDOU E. & A. SAMB, 2002. - Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese Coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comp. Biochem. Physiol.* B, 131: 395-402.

OKLAND H.M.W., STOKNES I.S., REMME J.F., KJERSTAD M. & M. SYNNES, 2005. - Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranches. *Comp. Biochem. Physiol.* B, 140: 437-443.

ÖZOGUL Y. & F. ÖZOGUL, 2007. - Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chem.*, 100(4): 1634-1638.

RASOARAHONA J.R.E., BARNATHAN G., BIANCHINI J.P. & E.M. GAYDOU, 2005. - Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus, O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. *Food Chem.*, 91: 683-694.

REISBICK S., NEURINGER M., GOHL E., WALD R. & G.J. ANDERSON, 1997. - Visual attention in infant monkeys: Effects of dietary fatty acids and age. *Dev. Psychol.*, 33(3): 387-395.

ROYNETTE C.E., PHILIP C., CALDER P.C., DUPERTUIS Y.M. & C. PICHARD, 2004. - n-3 Polyunsaturated fatty acids and colon cancer prevention. *Clin. Nutr.*, 23: 139-151.

SARGENT J.R., HENDERSON R.J. & D.R. TOCHER, 1993. - The lipid. *In*: Fish Nutrition (Halver J., ed), pp. 153-218. New-York: Academic Press.

SHIRAI N., HIRAMITSU S., SHIGERU T., HIROSHI E. & W. SHUN, 2002. - Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus* and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias galipinus*). *Comp. Biochem. Physiol.* A, 132(3): 609-619.

SORIGUER F., SERNA S., VALVERDE E., HERNANDO J., MARTIN-REYES A., SORIGUER M., PAREJA A., TINAHONES F. & I. ESTEVA, 1997. - Lipid, protein, and caloric content of different Atlantic and Mediterranean, Shellfish, and Molluscs commonly eaten in the South of Spain. *Eur. J. Epidemiol.*, 13: 451-463.

STALENHOEF A.F.H., DE GRAAF J., WITTEKOEK M.E., BREDIE S.J.H., DEMACKER P.N.M. & J.J.P. KASTELEIN, 2000. - The effect of concentrated n-3 fatty acids versus gemfibrozil on plasma lipoproteins, low-density lipoprotein heterogeneity and oxidizability in patient with hypertriglyceridemia. *Atherosclerosis*, 153: 129-138.

STEPHAN G., DRENNO C., GUILLAUME J. & J. ARZEL, 1996. - Incidence de régimes contenant des teneurs variables en protéines, lipides et glucides sur la fraction lipidique du muscle chez un poisson d'élevage, le turbot (*Scophthalmus maximus*). *Ichthyophysiol. Acta*, 19: 11-30.

TANAKOL R., YAZICI Z., SENER E. & E. SENCER, 1999. - Fatty acid composition of fish from the Black Sea and the Marmara Sea. *Lipids*, 34: 291-297.

TOCHER D.R., DICK J.R., MAC GLAUGHLIN P. & J.G. BELL, 2006. - Effect of diet enriched in Δ6 desaturated fatty acids (18:3n-6 and 18:4n-3), on growth, fatty acid composition and highly unsaturated fatty acid synthesis in two population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.). *Comp. Biochem. Physiol.* B, 144: 245-253.

VOLKER D., FITZGERALD P., MAJOR G. & M. GARG, 2000. - Efficacity of fish oil concentrate in the treatment of rheumatoid arthritis. *J. Rheumatol.*, 27: 2343- 2346.

WILKINSON P., LEACH C., AH-SING E.E., HUSSAIN N., MILLER G.J, MILLWARD D.J. & A.G. BRUCE, 2005. - Influence of α-linolenic acid and fish-oil on markers of cardiovascular risk in subjects with an atherogenic lipoprotein phenotype. *Atherosclerosis*, 181: 115-124.

YOKOYAMA M., ORIGASSA H. & J. INVESTIGATORS, 2003. - Effects of eicosapentaenoïc acid on cardiovascular events in Japanese patients with hypercholesterolemia: rationale, design, and baseline characteristics of the Japan EPA Lipid Intervention Study (JELIAS). *Am. Heart J.*, 146: 613-620.